

#  
6

S/N TO BE ASSIGNED

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	SUOMINEN	Serial No.:	TO BE ASSIGNED
Filed:	30 NOVEMBER 2000	Docket No.:	602.335USW1
Title:	METHOD AND SYSTEM FOR ROUTING IN AN ATM NETWORK		

CERTIFICATE UNDER 37 CFR 1.10

'Express Mail' mailing label number: EL605625282US

Date of Deposit: 30 November 2000

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service 'Express Mail Post Office To Addressee' service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

By: 

Name: Theresa Jurek



**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Box Patent Application  
Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

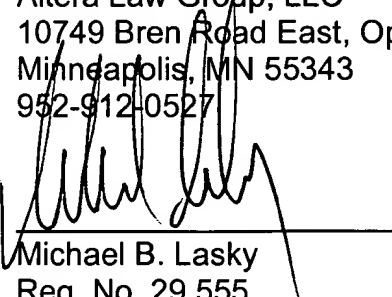
Enclosed is a certified copy of Finish application, Serial Number 981297, filed 5 June 1998, the priority of which is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

Altera Law Group, LLC  
10749 Bren Road East, Opus 2  
Minneapolis, MN 55343  
952-912-0527

Date: 30 November 2000

By:

  
Michael B. Lasky  
Reg. No. 29,555  
MBL/mar

Helsinki 15.11.2000

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

Nokia Telecommunications Oy  
Espoo

Patenttihakemus nro  
Patent application no

981297 (Pat.105970)

Tekemispäivä  
Filing date

05.06.1998

Kansainvälinen luokka  
International class

H04L 12/56

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä ja järjestelmä reitittämiseksi"

Hakijan nimi on hakemusdiaariin 12.12.1999 tehdyn nimenmuutoksen jälkeen **Nokia Networks Oy**.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 12.12.1999 with the name changed into **Nokia Networks Oy**.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kalla  
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND



CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

## MENETELMÄ JA JÄRJESTELMÄ REITITTÄMISEKSI

Esillä olevan keksinnön kohteena on patentti-  
vaatimuksen 1 johdanto-osassa määritelty menetelmä  
reitittämiseksi ATM-verkossa, sekä patenttivaatimuksen  
5 7 johdanto-osassa määritelty järjestelmä reitittämi-  
seksi ATM-verkossa.

Entuudestaan tunnetaan useita ATM-verkoissa  
(Asynchronous Transfer Mode, ATM) käytettyjä reititys-  
menetelmiä, kuten ATM Forumin PNNI -standardi (Private  
10 Network-Node Interface, PNNI), sekä patenttijulkaisus-  
sa EP 0 814 583 A2 esille tuotu menetelmä. Tunnetut  
menetelmät voidaan jakaa kahteen ryhmään. Esimerkiksi  
edellä mainitut menetelmät edustavat lyhimmän polun  
reititysmenetelmiä, jotka periytyvät dataverkoissa  
15 käytetyistä reititysmenetelmistä. Niissä pyritään mää-  
rittämään kahden solmupisteen välinen lyhin reitti,  
ts. esimerkiksi reitti, jonka viive on pienin. ATM-  
verkoissa viiveen minimointi ei kuitenkaan ole niin  
olennaista kuin perinteisissä dataverkoissa, sillä  
20 ATM:n palveluluokat määrittelevät puitteet viiveelle.

Toinen tunnettu reititysmenetelmien ryhmä on  
nykyisessä puhelinverkossa käytössä oleviin LLR-  
algoritmeihin perustuvat menetelmät (Least Loaded Rou-  
ting, LLR). Niissä on ongelmana se, että verkon kaik-  
25 kien solmujen välille oletetaan suora yhteys. Edelleen  
ne eivät ota huomioon ATM-yhteyksille tyypillistä epä-  
symmetrisyyttä. ATM-yhteyksissä lähtevä liikenne on  
usein vain murto-osa tulevasta liikenteestä.

Molemmissa menetelmissä epäkohtana on, että  
30 verkon jokaisessa solmussa joudutaan suorittamaan vaa-  
tivia ja aikaavieviä optimointilaskuja. Tällöin sol-  
muihin tarvitaan suuri määrä prosessointikapasiteettia  
ja niiden ohjelmistoista tulee monimutkaisia. Lisäksi  
verkon jokaisessa solmussa joudutaan ylläpitämään täy-  
35 dellistä tietoa verkon jokaisen linkin tilasta. Tämän  
tiedon kerääminen ja ajantasalla pitäminen vaatii pal-

jon signalointiliikennettä ja tuhlaa siten verkon resursseja.

5 Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on tuoda esiin uudenlainen menetelmä ja järjestelmä, joka poistaa edellä mainitut epäkohdat.

10 Erityisesti keksinnön tarkoituksena on tuoda esiin reititysmenetelmä ja järjestelmä, jossa optimaalisten reittien määrittäminen suoritetaan keskitetysti, ja solmut soveltavat tämän keskitetyn optimoinnin tuloksia oman tilansa mukaisesti.

Esillä olevan keksinnön tunnusomaisten seikkojen osalta viitataan patenttivaatimuksiin.

15 Esillä olevan keksinnön mukaisessa menetelmässä reitittämiseksi ATM-verkossa, johon kuuluu joukko solmupisteitä, jotka on yhdistetty toisiinsa linkeillä; ja johon ATM-verkkoon on yhdistetty verkonhallintakeskus, reititetään ATM-puhelu lähtöpisteestä toimivasta solmusta päätepisteeseen toimivaan solmuun. ATM-puhelu on esimerkiksi äänipuhelu, dataa, reaaliaikaista videota tai muuta vastaavaa. Keksinnön mukaisesti  
20 optimointitieto määritetään keskitetysti esimerkiksi verkonhallintakeskuksessa. Optimointitiedolla tarkoitetaan kapasiteetin optimaalista allokointia käytettävissä olevien reittien kesken. Tämä optimointitieto  
25 siirretään solmuille, jotka soveltavat sitä reitityksessä oman tilansa mukaisesti.

30 Esillä olevan keksinnön etuna tunnettuun tekniikkaan verrattuna on, että yksittäisten solmujen toiminta yhteyksien muodostamisessa on erittäin nopeaa, sillä niiden ei tarvitse suorittaa monimutkaisia optimointilaskuja, eikä niiden tarvitse kerätä ja ylläpitää verkon kaikkien muiden linkkien tilatietoja. Lisäksi koska kaikki vaativat tehtävät suoritetaan keskitetyssä paikassa, on valvonta helpompaa. Silti  
35 yksittäiset solmut toimivat niin itsenäisesti, että vaikka optimointiin käytetyt välineet lamaantuisivat, jatkaisi verkko kuitenkin toimintaansa.

Edelleen keskitetyn optimoinnin etuna on, että tilannetta voidaan optimoida koko verkon kannalta käyttäen hyväksi myös verkon odotettavissa olevaa tilaa. Näin vältetään tilanteelta, jossa yksittäinen solmu pääsisi tukkimaan koko verkon, mikä on täysin mahdollista tunnetuissa menetelmissä. Lisäksi keksinnön mukaisessa menetelmässä yhteyspyyntö hylätään, jos globaali optimointitulos niin määrää. Tämän ansiosta saavutetaan verkon resurssien oikeudenmukainen jako käyttäjien kesken. Lisäksi esillä oleva keksintö vaatii vain pieniä muutoksia olemassaoleviin solmuihin.

Keksinnön eräässä sovelluksessa verkon liikenne jaetaan luokkiin, joiden parametreina ovat liikennematriisi, symmetriamatriisi, palvelun laatu sekä kunkin yhteyden eli lähtöpiste-päätepiste parin tuotto (operaattori voi saada eri yhteyksiltä eri tuotot). Liikennematriisi sisältää arvion yhteyksien vaatimasta kapasiteetista, ja operaattori määrittelee sen kokemuksen perusteella. Symmetriamatriisi määrittelee tulevan ja lähtevän datan suhteen. Optimoinnissa pyritään siihen, että kaikkien liikenneluokkien ja kuhunkin luokkaan kuuluvien yhteyksien hylätyn kapasiteetin summa painotettuna yhteyksistä saatavilla tuotoilla minimoituu. Hylätyllä kapasiteetilla tarkoitetaan pyydetyn ja allokoitun kapasiteetin erotusta. Lisäksi verkon linkkien kapasiteetti ei saa ylittyä.

Keksinnön eräässä sovelluksessa määritetään optimointitieto siten, että kunkin liikenneluokan yhteyksien hylätyn kapasiteetin summa ei ylitä kyseiselle luokalle ennalta määrättyä raja-arvoa.

Keksinnön eräässä sovelluksessa määritetään optimointitieto siten, että kunkin yhteyden hylätty kapasiteetti ei ylitä ennalta määrättyä raja-arvoa.

Keksinnön eräässä sovelluksessa solmut tilastovat saamiensa yhteyspyyntöjen vaatiman kapasiteetin. Nämä tilastotiedot lähetetään verkonhallintakes-

kukselle, ja niitä käytetään hyväksi optimointitiedon määrittämisessä.

Seuraavassa keksintöä selostetaan oheisten sovellusesimerkkien avulla viittaamalla oheiseen piirustukseen, jossa

kuvio 1 esittää keksinnön mukaisen järjestelmän erästä sovellusta.

Kuviossa 1 esitetään keksinnön eräs sovellus. ATM-verkko 1 ja verkonhallintakeskus 2 on yhdistetty toisiinsa. ATM-verkkoon kuuluu joukko solmupisteitä 100,101,...,10n, jotka on yhdistetty toisiinsa linkeillä 110,111,...,11n. Kun esimerkiksi solmusta 100 pitää käynnistää ATM-puhelu esimerkiksi solmuun 103, pyritään määrittämään optimaalinen reitti, jota pitkin ATM-puhelu reititetään. Keksinnön mukaisesti optimaalisten reittien määrittäminen suoritetaan keskitetysti verkonhallintakeskuksessa 2, ja solmut 100,101,...,10n soveltavat tämän keskitetyn optimoinnin tuloksia oman tilansa mukaisesti. Lisäksi solmut tilastoivat saamiensa yhteyspyyntöjen määrät, jotka sitten siirretään verkonhallintakeskukseen. Näitä tilastotietoja käytetään hyväksi seuraavissa optimointilaskelmissa.

Optimoinnissa pyritään määrittämään kapasiteetin optimaalinen allokointi käytettävissä olevien reittien kesken. Operaattorin tiedossa on verkon topologia ja verkon linkkien kapasiteetit. Lisäksi on määritetty liikenteen palveluluokat K, joiden parametreina ovat liikennematriisi T, symmetriamatriisi S, palvelun laatu Q sekä kunkin yhteyden eli lähtöpistepäätepiste parin tuotto R, sekä eri palveluluokille käytettävissä olevat reitit. Optimointi voidaan ilmaista matemaattisessa muodossa esimerkiksi seuraavassa esitetyllä tavalla, minkä ratkaisemisessa voidaan käyttää apuna esimerkiksi sinänsä tunnettua Simplex-algoritmia. Kunkin solmun saamien yhteyspyyntöjen vaatimaa kapasiteettia voidaan käyttää liikennematriisin estimaatin päivittämiseen.

$$\min \sum_c \sum_{(s,d)} (r_{sd})^c (1 + s_{sd}) b_{sd} \quad \text{sitte, ette}$$

$$\sum_k (p_{sd}^k)^c = (t_{sd})^c - (b_{sd})^c \quad \forall (s,d), \forall c$$

5

$$\sum_{(s,d),k,c} ((a_{sd}^k)^j)^c (p_{sd}^k)^c \leq c^j \quad \forall (i,j) \in A$$

$$\sum_{(s,d)} (b_{sd})^c \leq F \sum_{(s,d)} (t_{sd})^c \quad \forall c$$

$$10 \quad (b_{sd})^c \leq f_{sd} (t_{sd})^c \quad \forall (s,d), \forall c$$

, missä

Parametrit:

15

 $N$  solmujen joukko

 $A$  linkkien joukko

20  $T^c = \{(t_{sd})^c\}$  luokan  $c$  liikennematriisi

 $S^c = \{(s_{sd})^c\}$  luokan  $c$  symmetriamatriisi

25  $(r_{sd})^c$  luokan  $c$  yhteyden  $s-d$  tuotto

 $f_{sd}$  tasapuolisuusraja, ts. yläraja yksittäisten yhteyksien hylätylle kuormalle

30  $F$  luokan tasapuolisuusraja, ts. yläraja kunkin luokan hylätylle kuormalle

 $((a_{sd}^k)^j)^c$  linkki-polku tapausparametri:

$$((a_{sd}^k)^j)^c = \begin{cases} 1, & \text{jos luokan } c \text{ yhteyden } s-d \text{ polku } k \text{ käyttää linkkiä } (i,j) \\ s_{sd}, & \text{jos luokan } c \text{ yhteyden } s-d \text{ polku } k \text{ käyttää linkkiä } (j,i) \\ 0, & \text{muuten} \end{cases}$$

Muuttujat:

5

$(p_{sd}^k)^c$  kapasiteetti, joka on varattu etenemissuunnassa luokan  $c$  polun  $k$  yhteydelle  $s-d$

10  $(b_{sd})^c$  hylätty kuorma luokan  $c$  yhteydelle  $s-d$

15 Pyritään siis siihen, että kaikkien liikenne-  
luokkien ja kuhunkin luokkaan kuuluvien yhteyksien hylätyn kapasiteetin summa painotettuna yhteyksistä saatavilla tuotoilla minimoituu. Lisäksi pyritään siihen, että kunkin liikenneluokan yhteyksien hylätyn kapasiteetin summa ei ylitä kyseiselle luokalle ennalta määrättyä raja-arvoa, ja että kunkin yhteyden hylätty kapasiteetti ei ylitä ennalta määrättyä raja-arvoa.  
20 Edelleen verkon linkkien kapasiteetti ei saa ylittyä.

Optimointitulos siirretään solmuille, jotka soveltavat sitä reitityksessä oman tilansa mukaisesti. Reititys suoritetaan esimerkiksi seuraavan algoritmin mukaisesti.  
25

Vaihe 0: Asetetaan nolliksi tilamuuttujat  $r_i$ , jotka ilmoittavat  $i$ :nneen optimaalisen reitin kapasiteetista käytetyn määrän.



Vaihe 1: Tulevan ATM-puhelun tapauksessa siirrytään vaiheeseen 2, olemassaolevan ATM-puhelun päättyessä vaiheeseen 4.

5 Vaihe 2: Reititetään tuleva ATM-puhelu sitä polkua pitkin, jolle  $p_i - r_i$  maksimoituu, missä  $p_i$  on polulle  $i$  optimointivaiheessa allokoitu kapasiteetti.

10 Vaihe 3: Jos ATM-puhelu hyväksytään, lisätään sen kapasiteetti  $r_i$ hin ja siirrytään vaiheeseen 1. Muuten toistetaan vaihe 1 seuraavan polun löytämiseksi. Jos optimiratkaisun kaikkia polkuja on yritetty, estetään tuleva ATM-puhelu.

Vaihe 4: Vähennetään  $r_i$ :stä päättyvän ATM-puhelun kapasiteetti ja siirrytään vaiheeseen 1.

15 Yhteyspyyntö siis hylätään, jos globaali optimointitulokseen niin määrää. Tämän ansiosta verkon resurssit jakautuvat oikeudenmukaisesti käyttäjien kesken.

20 Keksintöä ei rajata pelkästään edellä esitetyistä sovellusesimerkkeistä koskevaksi, vaan monet muunnokset ovat mahdollisia pysyttäessä patenttivaatimusten määrittelemän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa. Optimoinnissa voidaan esimerkiksi käyttää epälineaarista kohdefunktiota.

## PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä reitittämiseksi ATM-verkossa (1), johon kuuluu joukko solmuja (100, 101, 102,..., 10n), jotka on yhdistetty toisiinsa linkeillä (110, 111, 112,..., 11n); ja johon ATM-verkkoon (1) on yhdistetty verkonhallintakeskus (2), jossa menetelmässä reititetään ATM-puhelu lähtöpistesolmusta päätepistesolmuun, t u n n e t t u siitä, että
- määritetään keskitetysti optimointitieto;
  - 10 - siirretään optimointitieto solmuille (100, 101, 102,..., 10n); ja
  - reititetään ATM-puhelu lähtöpistesolmussa käyttäen optimointitietoa ja paikallista tilatietoa.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, 15 t u n n e t t u siitä, että määritetään optimointitieto siten, että liikenneluokkien ja kuhunkin luokkaan kuuluvien yhteyksien hylätyn kapasiteetin summa painotettuna yhteyksien tuotoilla minimoituu.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, 20 t u n n e t t u siitä, että määritetään optimointitieto siten, että kunkin liikenneluokan yhteyksien hylätyn kapasiteetin summa ei ylitä kyseisen luokan ennalta määrättyä raja-arvoa.
4. Jonkin edellä olevista patenttivaatimuksista 1 - 3 mukainen menetelmä, 25 t u n n e t t u siitä, että määritetään optimointitieto siten, että kunkin yhteyden hylätty kapasiteetti ei ylitä ennalta määrättyä raja-arvoa.
5. Jonkin edellä olevista patenttivaatimuksista 1 - 4 mukainen menetelmä, 30 t u n n e t t u siitä, että käytetään optimointitiedon määrittämisessä solmujen saamien yhteyspyyntöjen vaatimaa kapasiteettia.
6. Jonkin edellä olevista patenttivaatimuksista 1 - 5 mukainen menetelmä, 35 t u n n e t t u siitä, että optimointitiedon määrittäminen suoritetaan verkonhallintakeskuksessa (2).

7. Järjestelmä reitittämiseksi ATM-verkossa (1), johon kuuluu joukko solmuja (100, 101, 102,..., 10n), jotka on yhdistetty toisiinsa linkeillä (110, 111, 112,..., 11n); ja johon ATM-verkkoon (1) on yhdistetty verkonhallintakeskus (2), jossa järjestelmässä reititetään ATM-puhelu lähtöpistesolmusta päätepi-  
tesolmuun, t u n n e t t u siitä, että
- järjestelmään kuuluu optimointivälineet (21), joilla määritetään keskitetysti optimointitieto;
  - järjestelmään kuuluu välineet (21), joilla siirretään optimointitieto solmuille (100, 101, 102,..., 10n); ja
  - järjestelmään kuuluu välineet (100, 101, 102,..., 10n), joilla reititetään ATM-puhelu lähtöpistesolmussa käyttäen optimointitietoa ja paikallista tilatietoa.
8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että järjestelmään kuuluu välineet (21), joilla määritetään optimointitieto siten, että liikenneluokkien ja kuhunkin luokkaan kuuluvien yhteyksien hylätyn kapasiteetin summa painotettuna yhteyksien tuotoilla minimoituu.
9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että järjestelmään kuuluu välineet (21), joilla määritetään optimointitieto siten, että kunkin liikenneluokan yhteyksien hylätyn kapasiteetin summa ei ylitä kyseisen luokan ennalta määrättyä raja-arvoa.
10. Jonkin edellä olevista patenttivaatimuksista 7 - 9 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että järjestelmään kuuluu välineet (21), joilla määritetään optimointitieto siten, että kunkin yhteyden hylätty kapasiteetti ei ylitä ennalta määrättyä raja-arvoa.
11. Jonkin edellä olevista patenttivaatimuksista 7 - 10 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että järjestelmään kuuluu välineet (21), joilla

käytetään solmujen (100, 101, 102,..., 10n) saamien yhteyspyyntöjen vaatimaa kapasiteettia optimointitiedon määrittämisessä.

- 5 12. Jonkin edellä olevista patenttivaatimuksista 7 - 11 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että optimointivälineet (21) on järjestetty verkkohallintakeskuksen (2) yhteyteen.

L 5

## (57) TIIVISTELMÄ

Esillä olevan keksinnön kohteena on menetelmä ja järjestelmä reitittämiseksi ATM-verkossa (1), johon kuuluu joukko solmuja (100, 101, 102, ..., 10n), jotka on yhdistetty toisiinsa linkeillä (110, 111, 112, ..., 11n); ja johon ATM-verkkoon (1) on yhdistetty verkonhallintakeskus (2). Keksinnön mukaisesti optimaalisten reittien määrittäminen suoritetaan keskitetysti verkonhallintakeskuksessa (2), ja solmut (100, 101, ..., 10n) soveltavat tämän keskitetyn optimoinnin tuloksia oman tilansa mukaisesti. Keksinnön etuna on, että yksittäisten solmujen toiminta yhteyksien muodostamisessa on erittäin nopeaa. Lisäksi saavutetaan verkon resurssien oikeudenmukainen jako käyttäjien kesken.

(Fig. 1)

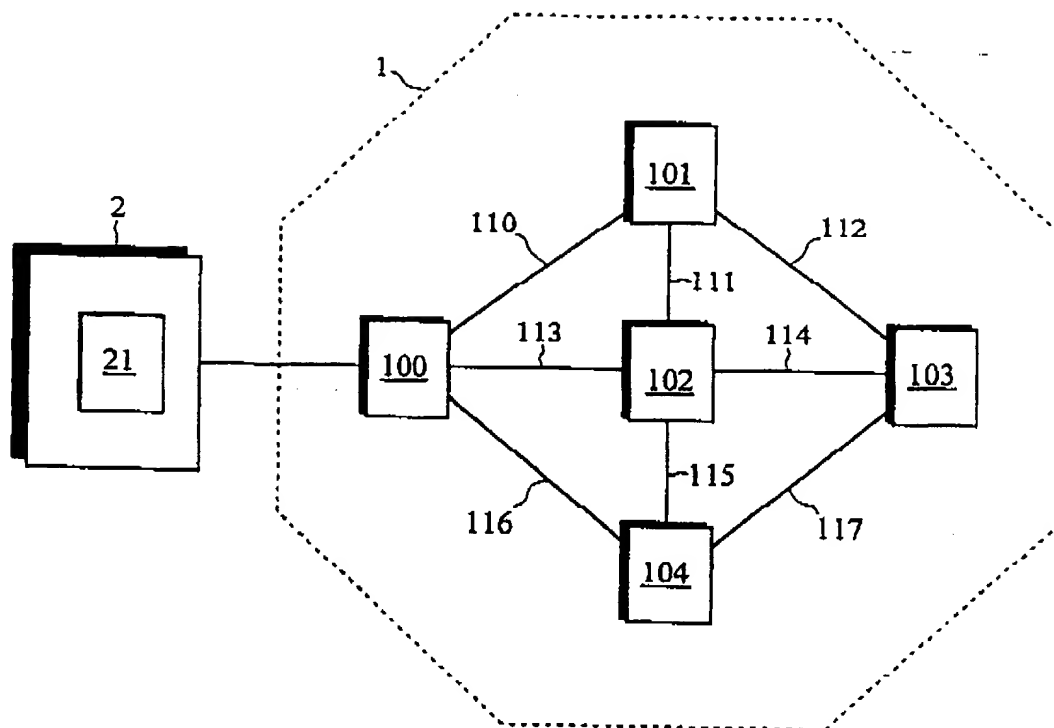


Fig. 1